



First Semester Examination
Academic Session 2018/2019

December 2018/January 2019

EME 431 – Refrigeration & Air Conditioning
[Penyejukan & Penyamanan Udara]

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

Please check that this paper contains **SEVENTEEN [17]** printed pages including appendix before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **TUJUH BELAS [17]** mukasurat bercetak beserta lampiran sebelum anda memulakan peperiksaan.]*

INSTRUCTIONS : Answer **ALL FIVE [5]** questions.
*[ARAHAN : Jawab **SEMUA LIMA [5]** soalan.]*

Answer Questions In **English OR Bahasa Malaysia**.
*[Jawab soalan dalam **Bahasa Inggeris ATAU Bahasa Malaysia.**]*

Answer to each question must begin from a new page.
[Jawapan bagi setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.]

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.
[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai.]

1. As an engineer, you are assigned to design a freezer for cold storage using vapour compression cycle and refrigerant R134a that is able to cool down to -20°C . The system will be installed at Nibong Tebal with the weather condition as shown in Table 1a. The required refrigeration capacity of the system is 50 kW, and the compressor efficiency is 95%.

Sebagai seorang jurutera, anda diberi tugas mereka sebuah penyejuk beku dengan menggunakan kitar pemampatan wap dan bahan penyejuk R134a yang mampu menyejuk sehingga -20°C . Sistem ini akan dipasang di Nibong Tebal dengan keadaan cuaca yang ditunjukkan dalam Jadual 1a. Kapasiti penyejukan yang diminta ialah 50 kW, dan kecekapan pemampat ialah 95%.

Table 1a : Average Monthly Temperature of Nibong Tebal

Jadual 1a : Suhu Purata Bulanan Nibong Tebal

Month/Bulan	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
High/Tinggi-	32	32	32	32	32	32	31	31	31	31	31	31
Low/Rendah ($^{\circ}\text{C}$)	-24	-24	-24	-25	-25	-25	-24	-24	-24	-24	-24	-24

- (i) What is the minimum pressure at the compressor outlet? Justify your answer.

Apakah tekanan minimum di keluaran pemampat? Wajarkan jawapan anda.

(15 marks/markah)

- (ii) Plot the process on the given P - h diagram.

Lakarkan proses di atas P - h diagram yang diberi.

(10 marks/markah)

- (iii) Calculate:

Kirakan:

a. refrigerating effect,
kesan penyejukan,

b. refrigerant mass flow rate,
kadar aliran jisim bahan penyejuk,

- c. **power consumption of compressor, and**
kuasa pemampat yang digunakan, dan
- d. **the coefficient of performance (COP) of the system.**
pekali prestasi sistem.

(40 marks/markah)

The freezer that you have designed above will be exported to Dubai.
Table 1b shows the weather condition of Dubai.

Penyejuk beku yang direka oleh anda akan dieksportkan ke Dubai. Jadual 1b menunjukkan keadaan cuaca di Dubai.

Table 1b : Average Monthly Temperature of Dubai

Jadual 1b : Suhu Purata Bulanan Dubai

Month/Bulan	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
High/Tinggi–	24	26	29	33	38	40	41	42	39	36	31	26
Low/Rendah (°C)	-15	-16	-18	-22	-26	-28	-31	-31	-28	-25	-21	-17

- (iv) **What are the changes need to be made so that the freezer can operate as required? Justify your answer.**

Apakah perubahan perlu dibuat supaya penyejuk beku ini boleh beroperasi seperti yang diperlukan. Wajarkan jawapan anda.

(20 marks/markah)

- (v) **Calculate the COP of this system.**

Kirakan pekali prestasi sistem ini.

(15 marks/markah)

2. **A client requested to build a freezer to store fish at -2°C using vapour absorption system. Based on the requirements, the generator, condenser, and absorber of the refrigeration system operate at the temperatures of 110°C, 40°C, and 30°C, respectively.**

Seorang pelanggan minta untuk membina sebuah penyejuk beku untuk simpan ikan pada -2°C dengan sistem penyerapan wap. Berdasarkan keperluan, penjana, kondenser, dan penyerap sistem penyejukan masing-masing beroperasi pada 110°C, 40°C, dan 30°C.

- (i) **What is the minimum pressure at the condenser?**

Apakah tekanan minimum di kondenser?

(5 marks/markah)

(ii) **What is the maximum pressure at the evaporator?**

Apakah tekanan maksimum di penyejat?

(5 marks/markah)

Calculate:

Kirakan:

(iii) **The refrigerant concentration at the generator and absorber,**

Kepekatan bahan penyejuk di penjana dan penyerap,

(10 marks/markah)

(iv) **The mass flow rate entering condenser and absorber, when the mass flow rate of the pump is 0.85 kg/s, and**

Kadar aliran jisim yang masuk ke kondenser dan penyejat, apabila kadar aliran jisim pam ialah 0.85 kg/s

(10 marks/markah)

(v) **The coefficient of performance (COP) of the system.**

Pekali prestasi system.

(60 marks/markah)

(vi) **The ideal COP of the system.**

Pekali prestasi sistem unggul.

(10 marks/markah)

3. (a) **Draw a schematic diagram, label the components, and explain the processes in the Einstein-Szilard Refrigeration system. What are the issues that may cause the failure of the original design by Albert Einstein and Leo Szilard? What modifications are needed to bring the system back to operation?**

Lukis satu gambarajah skema, labelkan komponen-komponen, dan terangkan proses-proses dalam sistem penyejukan Einstein-Szilard. Apakah isu-isu yang akan menyebabkan kegagalan rekaan asal oleh Albert Einstein dan Leo Szilard? Apakah pengubahsuaian diperlukan untuk mengembalikan sistem ini beroperasi?

(50 marks/markah)

[b] **Explain the following:**

Terangkan perkara berikut:

- (i) **FOUR environmental factors that affect thermal comfort.**
EMPAT faktor persekitaran yang mempengaruhi keselesaan terma.
(20 marks/markah)
- (ii) **THREE indoor pollutants and the ways to control/eliminate them.**
TIGA bahan pencemar dalaman dan cara untuk mengawal/menghapuskan bahan pencemar ini.
(30 marks/markah)

4. [a] **Discuss TWO methods to control air flow in ducts and their effect on thermal comfort and electricity savings.**

Bincangkan DUA kaedah untuk mengawal aliran udara di saluran dan kesannya terhadap keselesaan terma dan penjimatan elektrik.

(30 marks/markah)

- [b] **Air is supplied from the air handling unit (AHU) at 20°C and 50% relative humidity. The recommended velocity at the main duct (A-B) is 9 m/s. The air duct length and air flow rates are shown in Figure 4(b). Use the Equal-Friction Method to calculate:**

Udara dibekalkan dari unit pengendalian udara (AHU) pada suhu 20°C dan 50% kelembapan relatif. Halaju yang disyorkan pada saluran utama (A-B) ialah 9m/s. Panjang saluran udara dan aliran udara kadar ditunjukkan dalam rajah 4(b). Gunakan Kaedah Geseran Sama untuk mengira:

- (i) **Reference value of friction losses in Pa/m.**
Nilai rujukan kehilangan geseran dalam unit Pa/m.
(10 marks/markah)
- (ii) **Air velocity (m/s) for each duct.**
Halaju udara (m/s) untuk setiap saluran.
(10 marks/markah)
- (iii) **Diameter of each duct.**
Diameter setiap saluran.
(10 marks/markah)

- (iv) **Pressure losses in each duct and total pressure losses.**
Kehilangan tekanan dalam setiap saluran dan jumlah kehilangan tekanan keseluruhan.

(20 marks/markah)

- (v) **The required fan power assuming the fan efficiency is 85%.**

Kuasa kipas yang diperlukan dengan menganggap kecekapan kipas ialah 85%.

(20 marks/markah)

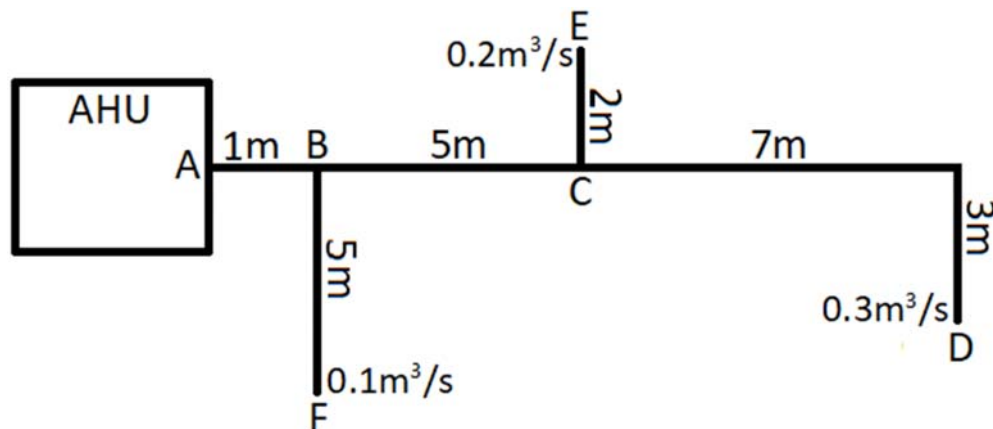


Figure 4[b]

Rajah 4[b]

5. [a] **With the aid of diagram, describe the variable air volume (VAV) air handling system.**

Dengan bantuan gambarajah, terangkan sistem pengendalian udara isipadu berubah.

(20 marks/markah)

- [b] **A lecture room is to be designed as shown in Table 5b:**

Sebuah bilik kuliah direka untuk penyaman udara seperti dalam Jadual 5(b):

Table 5[b]
Jadual 5[b]

Room designed conditions: <i>Keadaan rekabentuk bilik:</i>	24°C; 40% Relative Humidity <i>24°C, 40% Kelembapan relatif</i>
Outside air condition: <i>Keadaan udara luar:</i>	33°C; 70% Relative Humidity <i>33°C, 70% Kelembapan relatif</i>
Sensible Cooling Load: <i>Beban penyejukan deria:</i>	11.7 kW
Latent Cooling Load: <i>Beban penyejuk laten:</i>	5 kW
Supplied air temperature: <i>Suhu udara yang dibekal:</i>	16°C
Fresh air supply: <i>Bekalan udara segar:</i>	20% (or 80% air circulation) <i>20% (atau 80% peredaran udara)</i>
Cooler coil dew point: <i>Suhu titik embun pada gegelung penyejuk:</i>	4°C

Using a psychrometric chart, calculate:

Dengan menggunakan carta psikrometri, kirakan:

(i) Actual mass flow rate of the supply air to the room.

Kadar aliran jisim udara sebenar yang dibekalkan ke bilik.

(20 marks/markah)

(ii) Cooling coil efficiency

kecekapan gegelung penyejukan

(20 marks/markah)

(iii) Re-heater power (kW) and refrigeration capacity (cooling coil load in TR).

Kuasa pemanas semula (kW) dan kapasiti penyejukan (beban gegelung penyejuk dalam TR).

(20 marks/markah)

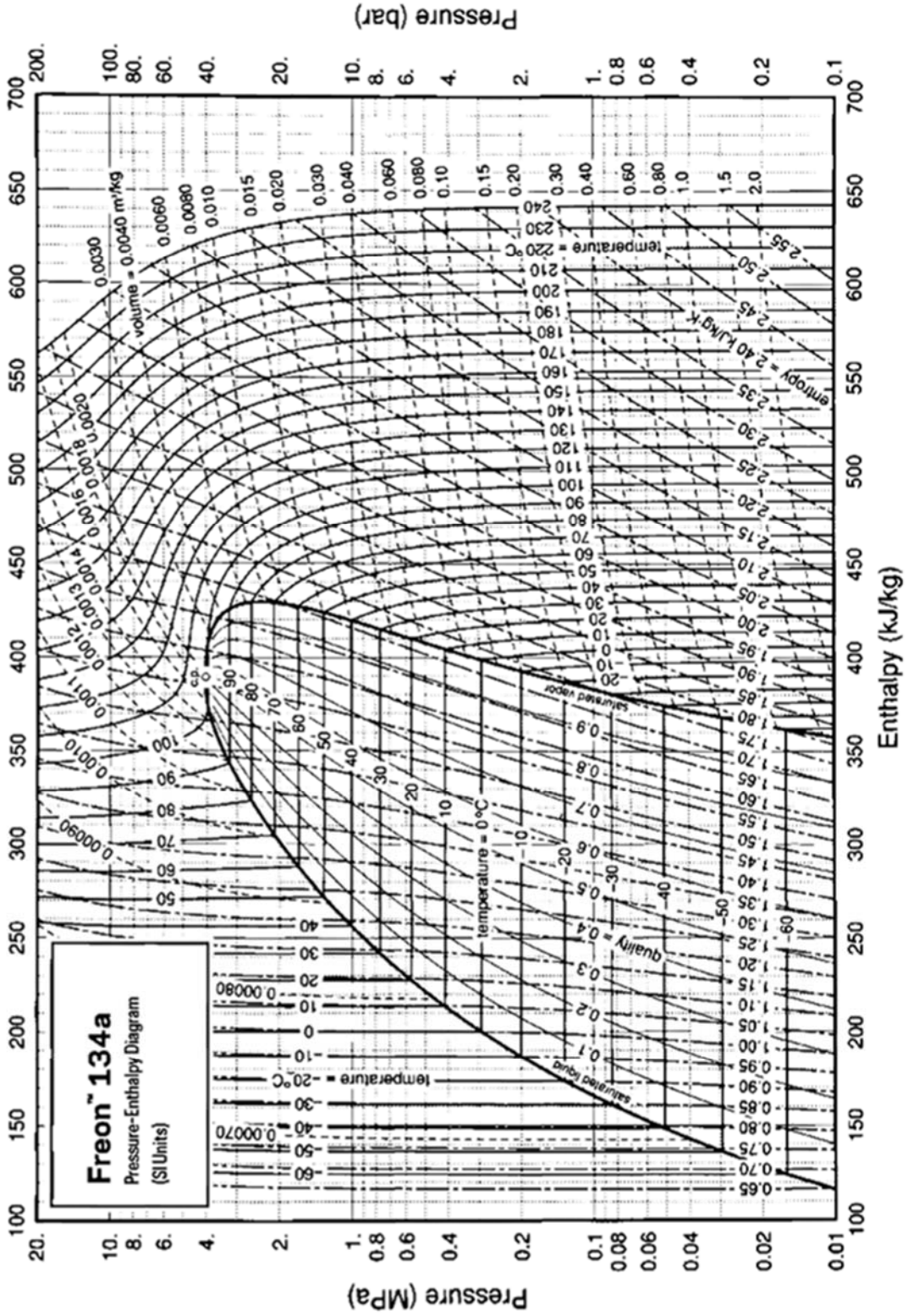
(iv) Discuss the difference between the room load and cooling coil load values (in kW) and propose how to reduce this difference.

Bincangkan perbezaan antara beban bilik dan nilai beban gegelung penyejukan (dalam kW) dan cadangkan bagaimana untuk mengurangkan perbezaan ini.

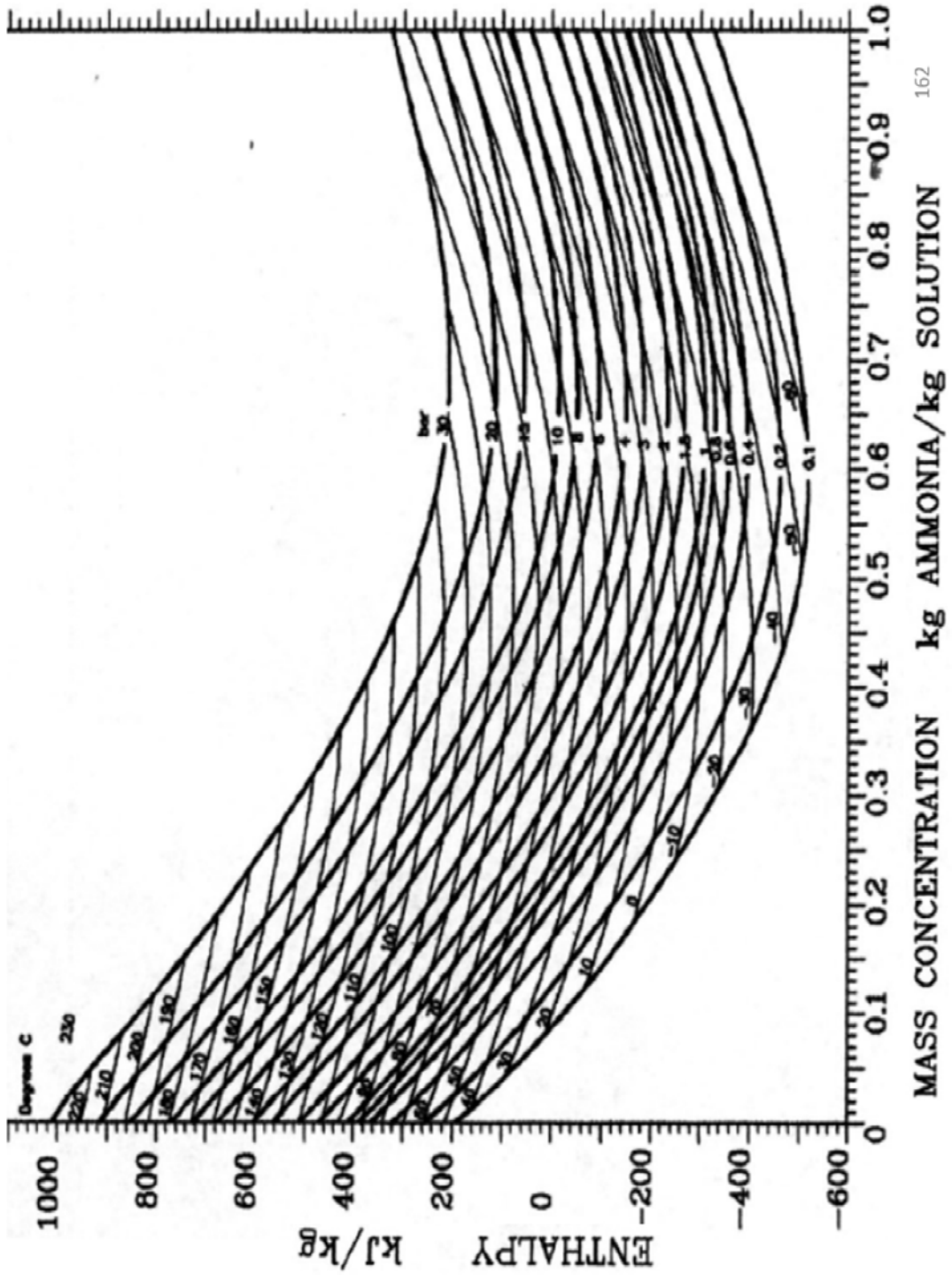
(20 marks/markah)

- oooOooo -

APPENDIX A
LAMPIRAN A



APPENDIX B
LAMPIRAN B



162

MASS CONCENTRATION kg AMMONIA/kg SOLUTION

APPENDIX C (NH3)
LAMPIRAN C (NH3)

Psychrometrics

6.11

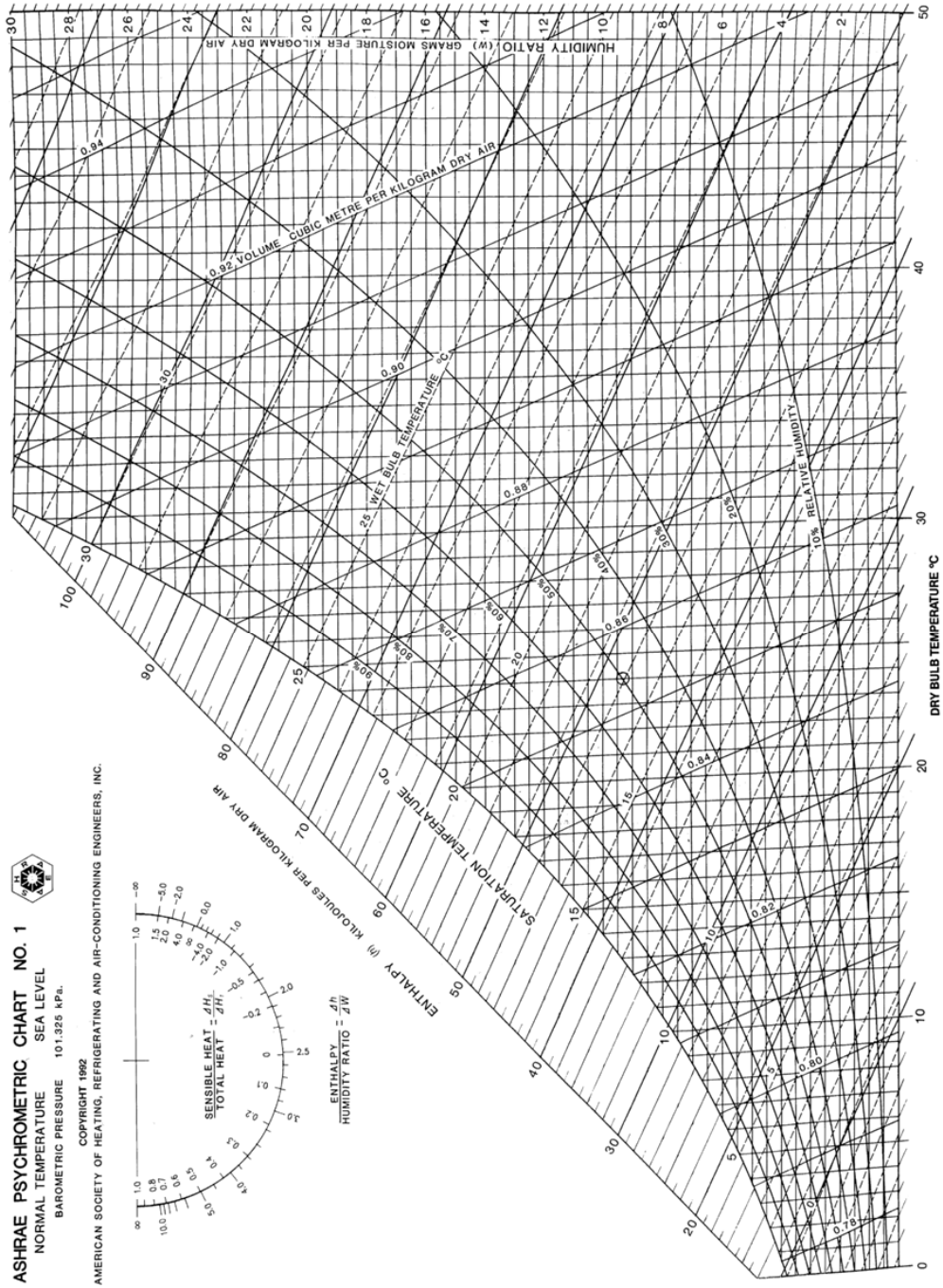


Fig. 1 ASHRAE Psychrometric Chart No. 1

